Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science

S C C S | **C S A S**

Secrétariat canadien de consultation scientifique | **Canadian Science Advisory Secretariat**

Document de recherche 2008/039 | **Research Document 2008/039**

Ne pas citer sans
Autorisation des auteurs * | Not to be cited without
permission of the authors *

Évaluation de la biomasse reproductrice de maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) à partir des données des relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en 2004 et 2005

Assessment of the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) spawning stock biomass from the data of the ichthyoplankton surveys made on the west coast of Newfoundland in 2004 and 2005

F. Grégoire[1], W. Barry[2], J. Barry[2], O. Gregan[2],
C. Lévesque[1], J.-L. Beaulieu[1] et / and M.-H. Gendron[1]

[1]Direction des sciences halieutiques et de l'aquaculture / Fisheries and Aquaculture Science Branch
Ministère des Pêches et des Océans / Department of Fisheries and Oceans
Institut Maurice-Lamontagne / Maurice Lamontagne Institute
850 Route de la Mer
Mont-Joli, Québec
G5H 3Z4

[2] Barry Group, 415 Griffin Drive
Corner Brook, Newfoundland
A2H 3E9

* La présente série documente les bases scientifiques des évaluations des ressources halieutiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

* This series documents the scientific basis for the evaluation of fisheries resources in Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

Les documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée dans le manuscrit envoyé au Secrétariat.

Research documents are produced in the official language in which they are provided to the Secretariat.

Ce document est disponible sur l'Internet à: | This document is available on the Internet at:
http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/

ISSN 1499-3848 (Imprimé/Printed)
© Sa majesté la Reine, Chef du Canada, 2008
© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2008
Canada

Résumé

Des relevés d'ichtyoplancton visant à décrire la distribution et à calculer l'abondance des larves de poissons pélagiques ont été réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2004 et 2005. Des œufs et des larves de maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) ont été récoltés à la plupart des stations échantillonnées. Les densités d'œufs par station ont été converties en productions quotidienne et totale et en biomasse reproductrice selon la même approche analytique employée pour les relevés d'abondance réalisés annuellement dans le sud du golfe du Saint-Laurent. En 2004 et 2005, les biomasses reproductrices ont été évaluées à 1 466 t et 5 692 t, respectivement. Ces biomasses ne sont associées qu'à la zone échantillonnée ainsi qu'à la portion de la population qui était en train de se reproduire lors des relevés.

Abstract

Ichthyoplankton surveys for describing distribution and calculating larvae abundance for pelagic fish were conducted on the west coast of Newfoundland in July 2004 and 2005. Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) larvae and eggs were collected at most of the stations sampled. Egg densities by station were converted in daily and total production and in spawning biomass according to the same analytical approach used for the abundance surveys conducted annually in the southern Gulf of St. Lawrence. In 2004 and 2005, spawning biomasses were estimated respectively at 1,466 t and 5,692 t. These biomasses were only associated with the sampled area and the portion of the population that was spawning at the time of the surveys.

INTRODUCTION

Deux relevés d'ichtyoplancton ont été réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2004 et 2005 dans le but de décrire la distribution et de calculer l'abondance des larves de capelan (*Mallotus villosus* M.) et de hareng (*Clupea harengus harengus* L.) (Grégoire et al. 2005a; Grégoire et al. 2006a, 2006b). Des œufs et des larves de plusieurs autres espèces de poissons ont aussi été échantillonnés lors de ces relevés dont le maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.).

En eaux canadiennes, il est généralement reconnu que le sud du golfe du Saint-Laurent représente la principale aire de ponte du maquereau bleu (Sette, 1943; Arnold, 1970). La durée moyenne de la ponte est d'une cinquantaine de jours avec un maximum se produisant généralement vers la fin juin (Grégoire et al. 2007). La présence d'œufs et de larves de maquereau dans les échantillons recueillis sur la côte ouest de Terre-Neuve représente un certain élément de surprise compte tenu du lieu et de la date tardive d'échantillonnage. Comme cette région n'avait jamais été couverte auparavant par un relevé d'ichtyoplancton, il est possible que le maquereau s'y reproduise annuellement ou occasionnellement.

L'objectif de la présente étude était de calculer la biomasse reproductrice des maquereaux présents sur la côte ouest de Terre-Neuve lors des relevés d'ichtyoplancton de 2004 et 2005.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Échantillonnage en mer et analyses en laboratoire

L'échantillonnage en mer et les analyses en laboratoire ont été décrits dans Grégoire et al. (2005a, 2006b). Une fois ces dernières complétées et les données saisies et validées, les décomptes d'œufs

INTRODUCTION

Two ichthyoplankton surveys were conducted on the west coast of Newfoundland in July 2004 and 2005 in order to describe distribution and calculate abundance of capelin (*Mallotus villosus* M.) and Atlantic herring (*Clupea harengus harengus* L.) larvae (Grégoire et al. 2005a; Grégoire et al. 2006a, 2006b). Larvae and eggs from several other fish species were also sampled during these surveys, such as Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.).

In Canadian waters, it is generally recognized that the southern Gulf of St. Lawrence represents the principal spawning area for Atlantic mackerel (Sette, 1943; Arnold, 1970). The average spawning period lasts about fifty days with a maximum usually occurring towards the end of June (Grégoire et al. 2007). The occurrence of mackerel eggs and larvae in the samples collected on the west coast of Newfoundland represents somewhat of a surprise because of the location and the late sampling date. Because this area had never previously been covered by an ichthyoplankton survey, it is possible that mackerel spawns there annually or occasionally.

The objective of the current study was to calculate the spawning biomass of mackerel present on the west coast of Newfoundland during the 2004 and 2005 ichthyoplankton surveys.

MATERIAL AND METHODS

Sampling at sea and laboratory analyses

Sampling at sea and laboratory analyses have been described in Grégoire et al. (2005a, 2006b). Following these activities and after the data had been recorded and validated, the numbers of eggs per

par stade de développement (Girard, 2000) ont été standardisés en nombres par m^3 et m^2 en tenant compte du volume d'eau filtré et de la profondeur maximale échantillonnée. Comme pour les relevés du sud du golfe du Saint-Laurent, seul les œufs des stades un et cinq combinés ont été retenus pour le calcul des biomasses reproductrices (Grégoire et al. 2007).

Temps d'incubation et production quotidienne d'oeufs

Le temps d'incubation des œufs des stades un et cinq a été calculé selon le modèle de Lockwood et al. (1977) pour le maquereau bleu du nord-est de l'Atlantique. La production quotidienne d'œufs (n/m^2) par station a été définie de la façon suivante :

$$\frac{\text{Abondance (stades 1 et 5) } (n/m^2)}{\text{Temps d'incubation (h)}} \bullet 24\,h$$

La production quotidienne d'oeufs pour l'ensemble de la zone échantillonnée a été calculée à l'aide du krigeage ordinaire. Le choix du modèle de variogramme et le calcul de la semivariance ont été réalisés à l'aide du logiciel GS$^+$ (Robertson, 1998). Les moyennes et les variances de krigeage ont été calculées à l'aide d'EVA II (Petitgas et Lafont, 1997).

Proportion d'œufs pondus quotidiennement

La proportion d'oeufs pondus quotidiennement et au moment de chaque relevé (date médiane) a été calculée à l'aide de modèles logistiques décrivant l'évolution des valeurs journalières de l'indice gonado-somatique. Ces valeurs ont été calculées à partir de tous les échantillons biologiques récoltés en eaux canadiennes en 2004 et 2005. Les modèles logistiques utilisés dans cette étude sont décrits dans Grégoire et al. (2005b).

development stage (Girard, 2000) were standardized into numbers per m^3 and m^2 while accounting for the volume of filtered water and maximum sampling depth. As is the case for southern Gulf of St. Lawrence surveys, only eggs from stages one and five combined were used for calculating spawning biomass (Grégoire et al. 2007).

Incubation time and daily egg production

The egg incubation time of stage one and five was calculated based on the Lockwood et al. (1977) model for Atlantic mackerel in the north-east Atlantic. The daily egg production (nb/m^2) per station was defined the following way:

$$\frac{\text{Abundance (stages 1 and 5) } (nb/m^2)}{\text{Incubation time (hr)}} \bullet 24\,hr$$

The daily egg production for the entire sampled area was calculated using the ordinary kriging method. The choice of the variogram type and the semivariance calculations were made using the GS$^+$ (Robertson, 1998) software. Kriging variances and averages were calculated with EVA II (Petitgas and Lafont, 1997).

Proportion of eggs spawned daily

The proportion of eggs spawned daily and at the time of each survey (median date) was calculated with the logistic models describing the evolution of the daily values of the gonadosomatic index. These values were calculated using all the biological samples collected in Canadian waters in 2004 and 2005. The logistic models used in this study are described in Grégoire et al. (2005b).

Production totale ou annuelle d'oeufs

La production totale ou annuelle d'oeufs a été déterminée par le rapport entre le produit de la production quotidienne d'œufs et l'aire de la zone échantillonnée, et la proportion d'œufs pondus au moment de chaque relevé (date médiane).

Biomasse reproductrice

La biomasse reproductrice a été calculée selon la Méthode de la Production Totale d'Oeufs (MPTO) qui est définie de la façon suivante:

$$B = \frac{P \cdot A \cdot W}{S \cdot F \cdot R \cdot 10^6}$$

où :

- ***B***= Biomasse reproductrice (t)
- ***P***= Production quotidienne d'œufs pour l'ensemble de la zone échantillonnée (n/m^2) (moyenne de krigeage)
- ***A***= Aire échantillonnée (2,47x10^9 m^2, calculée par EVA II)
- ***S***= Proportion d'œufs pondus quotidiennement
- ***W***= Poids (g) moyen d'un poisson
- ***F*** = Fécondité des femelles (Pelletier, 1986)
- ***R*** = Proportion des femelles dans les échantillons biologiques
- **10^6=** Facteur de conversion de grammes en tonnes

et :

P·A/S comme étant la production totale ou annuelle d'œufs.

Tracé des plans d'échantillonnage

Le relevé de 2004 s'est déroulé entre le 15 et le 17 juillet, et celui de 2005, entre le 19 et le 21 juillet. La zone d'étude couverte par ces deux relevés comprenait les baies de Port au Port et des Îles et la partie sud

Total or annual egg production

The total or annual egg production was determined using the ratio between the product of the daily egg production and the size of the sampled area, and the proportion of eggs spawned at the time of each survey (median date).

Spawning biomass

Spawning biomass was calculated based on the Total Egg Production Method (TEPM), which is defined as follows:

$$B = \frac{P \cdot A \cdot W}{S \cdot F \cdot R \cdot 10^6}$$

where:

- ***B***= Spawning biomass (t)
- ***P***= Daily egg production for the entire sampled area (nb/m^2) (kriging average)
- ***A***= Sampled area (2.47x10^9 m^2, calculated with EVA II)
- ***S***= Proportion of eggs spawned daily
- ***W***= Mean weight (g) of a fish
- ***F*** = Female fecundity (Pelletier, 1986)
- ***R*** = Proportion of females in the biological samples
- ***10^6***= Conversion factor for grams to tons

and:

P·A/S as total or annual egg production.

Pattern of the sampling designs

The 2004 survey was conducted between July 15 and 17, and the 2005 survey between July 19 and 21. The study area covered by these two surveys included Port au Port Bay and Bay of Islands and the southern part of

de la baie de Bonne Bay (Figure 1). Les stations situées à l'intérieur de la baie des Îles ont été échantillonnées en premier (Figure 2). Elles ont été suivies de celles situées au large, et en direction sud, entre les baies de Bonne Bay et de Port au Port. Les dernières stations à être échantillonnées ont été celles situées près de la côte, de la baie de Port au Port à la baie des Îles.

Bonne Bay (Figure 1). The stations located inside Bay of Islands were sampled first (Figure 2). They were followed by the stations located offshore, and southward, between Bonne Bay and Port au Port Bay. The last stations to be sampled were the ones located near the coast, from Port au Port Bay to Bay of Islands.

Profondeur échantillonnée et volume d'eau filtré

Au cours des deux relevés, la colonne d'eau a été échantillonnée à des profondeurs variant entre 7 et 61 m pour des moyennes respectives de 34 m en 2004 et de 28 m en 2005 (Tableau 1). Les volumes d'eau filtrés ont varié de 164 m^3 à 395 m^3 pour des moyennes de 265 m^3 en 2004 et de 256 m^3 en 2005 (Tableau 1).

Sampled depth and volume of filtered water

During the two surveys, the water column was sampled at depths varying between 7 and 61 m for respective averages of 34 m in 2004 and 28 m in 2005 (Table 1). The volume of filtered water varied from 164 m^3 to 395 m^3 for averages of 265 m^3 in 2004 and 256 m^3 in 2005 (Table 1).

RÉSULTATS

RESULTS

Abondance d'oeufs (n/m^3 et n/m^2) par station

Des oeufs de maquereau ont été retrouvés à 35 des 39 stations échantillonnées en 2004 et à toutes les stations du relevé de 2005 (Tableau 2). Les œufs de stade un étaient les plus abondants avec un total de 570 en 2004 et de 1 723 en 2005.

Egg abundance (nb/m^3 and nb/m^2) per station

Mackerel eggs were found at 35 of the 39 stations sampled in 2004 and at every station in the 2005 survey (Table 2). Stage one eggs were the most abundant, totalling 570 in 2004 and 1,723 in 2005.

Le nombre maximal d'œufs par station des stades un et cinq a été de 78 en 2004 et de 194 en 2005 pour des moyennes respectives de 15,1 et 46,2 œufs (Tableau 3). Les abondances moyennes (moyenne arithmétique) ont été estimées à 0,06 œufs/m^3 et 1,74 œufs/m^2 en 2004 comparativement à 0,17 œufs/m^3 et 4,43 œufs/m^2 en 2005.

The maximum number of eggs per station from stages one and five was 78 in 2004 and 194 in 2005 for respective averages of 15.1 and 46.2 eggs (Table 3). Average abundances (arithmetic mean) were estimated at 0.06 eggs/m^3 and 1.74 eggs/m^2 in 2004 compared to 0.17 eggs/m^3 and 4.43 eggs/m^2 in 2005.

Les plus fortes abondances d'œufs des stades un et cinq ont été mesurées dans la région située au nord de la baie de Port au Port (Figure 3). En 2004, aucune concentration particulière d'œufs n'a été

The highest abundance of eggs from stages one and five were recorded in the region located north of Port au Port Bay (Figure 3). In 2004, there was no particular concentration of eggs observed whereas in 2005, two

observée tandis qu'en 2005, deux secteurs présentaient des concentrations importantes ; l'une située à la sortie nord de la baie des Îles et la seconde, près de la côte, entre la baie des Îles et la baie de Port au Port (Figure 4). Les plus importantes abondances d'œufs des stades deux, trois et quatre ont été mesurées en 2005 dans la baie des Îles et à proximité de cette dernière (Annexes 1 et 2).

sectors had significant concentrations; one located at the northern exit of Bay of Islands and the other near the coast, between Bay of Islands and Port au Port Bay (Figure 4). The most significant egg abundances for stages two, three and four were recorded in 2005 in and around Bay of Islands (Appendix 1 and 2).

Température de l'eau de la couche 0-10 m

La température de la couche de surface (10 premiers mètres d'eau) a très peu varié (12,3 à 16,4 °C) en 2004 et 2005, avec des moyennes respectives de 13,2 °C en 2004 et de 14,5 °C en 2005 (Tableau 1). Les températures les plus élevées ont été mesurées dans la baie des Îles et la baie de Port au Port (Figure 3).

Water temperature in the 0-10 m layer

The surface layer temperature (first 10 m of water) only varied slightly (12.3 to 16.4 °C) in 2004 and 2005, with respective means of 13.2 °C in 2004 and 14.5 °C in 2005 (Table 1). The highest temperatures were recorded in Bay of Islands and Port au Port Bay (Figure 3).

Temps d'incubation et heure de ponte

Les temps d'incubation mesurés en 2004 ont varié de 29,9 à 41,0 heures pour une moyenne de 36,9 heures (Tableau 4). En 2005, ils ont varié de 26,0 à 36,8 heures avec une moyenne correspondante de 31,9 heures.

Les temps d'incubation relativement courts calculés en 2004 et 2005 ont occasionné peu de décalage entre les dates d'échantillonnage et les dates de ponte correspondantes (Figures 5A et 5B). La ponte s'est déroulée à n'importe quel moment de la journée avec un maximum d'intensité se situant entre 12:00 p.m. et 3:00 a.m. en 2004 et entre 6:00 a.m. et 9:00 a.m. en 2005 (Figures 5C et 5D).

Incubation and spawning time

The incubation times recorded in 2004 varied from 29.9 to 41.0 hours for an average of 36.9 hours (Table 4). In 2005, they varied from 26.0 to 36.8 hours with a corresponding average of 31.9 hours.

The relatively short incubation times calculated in 2004 and 2005 only slightly offset the sampling dates and the corresponding spawning dates (Figures 5A and 5B). Spawning occurred at any time of the day with a maximum intensity between 12:00 p.m. and 3:00 a.m. in 2004 and between 6:00 a.m. and 9:00 a.m. in 2005 (Figures 5C and 5D).

Production quotidienne d'œufs (n/m^2)

La production quotidienne moyenne d'œufs (moyenne arithmétique) pour l'ensemble de la zone échantillonnée a été estimée à 1,13 œufs/m^2 en 2004 et 3,33 œufs/m^2 en 2005 (Tableau 4).

Daily egg production (nb/m^2)

The mean daily egg production (arithmetic mean) for the entire area sampled was estimated at 1.13 eggs/m^2 in 2004 and 3.33 eggs/m^2 in 2005 (Table 4).

Un variogramme exponentiel a été utilisé pour kriger les abondances d'œufs (n/m^2) du relevé de 2004 (Tableau 5). Pour l'ensemble de la zone échantillonnée, la production quotidienne moyenne d'œufs (moyenne krigée) a été évaluée à 1,74 œufs/m^2, avec des limites inférieure et supérieure (95 %) de 1,23 et 2,25 œufs/m^2 (Tableau 6). Un variogramme sphérique a été utilisé pour les abondances d'œufs du relevé de 2005. La production quotidienne moyenne d'œufs correspondante a été estimée à 4,31 œufs/m^2 avec des limites inférieure et supérieure de 3,53 et 5,08 œufs/m^2.

An exponential variogram was used for kriging the egg abundances (nb/m^2) of the 2004 survey (Table 5). For the entire area sampled, the mean daily egg production was estimated at 1.74 eggs/m^2, with lower and upper limits (95 %) of 1.23 and 2.25 eggs/m^2 (Table 6). A spherical variogram was used for the egg abundances of the 2005 survey. The corresponding mean daily egg production was estimated at 4.31 eggs/m^2 with lower and upper limits of 3.53 and 5.08 eggs/m^2.

Indice gonado-somatique et proportion d'oeufs pondus quotidiennement

En 2004, les valeurs maximales de l'indice gonado-somatique, de l'ordre de 13 %, ont été observées vers le 3 juin (jour de l'année 155) (Figure 6A). Après une diminution rapide, l'indice gonado-somatique a atteint des valeurs de moins de 2 % après le 4 juillet (jour 186). Selon le modèle logistique correspondant, la durée de la ponte aurait été d'environ 30 jours avec un maximum se situant vers le 23 juin (jour 175) (Tableau 7). La proportion d'œufs pondue à la date médiane du relevé, c'est-à-dire le 16 juillet (jour 198) (Figure 6B) et utilisée dans le calcul de la production totale ou annuelle d'œufs a été de 0,0036 (Tableau 8).

Gonadosomatic index and daily proportion of eggs spawned

In 2004, the gonadosomatic index maximum values, which were 13%, were recorded around June 3rd (day of the year 155) (Figure 6A). After a rapid decline, the gonadosomatic index reached values under 2% after July 4th (day 186). Based on the corresponding logistic model, spawning would have lasted around 30 days with a maximum occurring around June 23rd (day 175) (Table 7). The proportion of eggs spawned at the survey's median date, i.e. July 16th (day 198) (Figure 6B) and used for calculating the total or annual egg production was 0.0036 (Table 8).

En 2005, les valeurs maximales de l'indice gonado-somatique ont atteint 15 % au début du mois de juin (Figure 6C). La durée de la ponte aurait été d'environ 33 jours avec un maximum se situant vers le 21 juin (jour 172) (Tableau 7). La proportion d'œufs pondus à la date médiane du relevé, soit le 20 juillet (jour 201) (Figure 6D), a été estimée à 0,0023 (Tableau 8).

In 2005, the gonadosomatic index maximum values reached 15% in early June (Figure 6C). Spawning would have lasted around 33 days with a maximum occurring around June 21st (day 172) (Table 7). The proportion of eggs spawned at the survey's median date, i.e. July 20th (day 201) (Figure 6D), was estimated at 0.0023 (Table 8).

Production totale d'oeufs et paramètres biologiques

Une production totale d'œufs de

Total egg production and biological parameters

A total egg production of 1.24×10^{11} was

1,24 x 10^{11} a été évaluée en 2004 (Tableau 9). La proportion des femelles mesurée dans les échantillons biologiques a été de 0,52 (Tableau 10). Le poids moyen d'un poisson, calculé à partir des mêmes échantillons, a été évalué à 352,7 g et la fécondité correspondante à 546 061 œufs (Tableau 10).

En 2005, la production totale d'œufs a été évaluée à 2,85 x 10^{11} (Tableau 9). La proportion des femelles, le poids moyen, et la fécondité moyenne ont été respectivement de 0,51, 354,3 g et 569 694 œufs (Tableau 10).

Biomasse reproductrice

Une biomasse reproductrice de 1 466 t avec des limites inférieure et supérieure de 1 213 t et 1 720 t ont été évaluées lors du relevé de 2004 (Tableau 9, Figure 7). Une biomasse reproductrice de 5 692 t a été évaluée en 2005 avec des limites inférieure et supérieure de 4 793 t et 6 590 t.

CONCLUSION

Des biomasses reproductrices de 86 487 t et 54 133 t ont été évaluées pour le sud du golfe du Saint-Laurent en 2004 et 2005 (Grégoire et al. 2007). Ces valeurs sont bien en-deçà des biomasses mesurées au cours des années 1980 et 1990 et pourraient s'expliquer par les conditions environnementales particulières (eaux froides) qui ont été observées dans le sud du golfe du Saint-Laurent depuis le début des années 2000. Ces conditions pourraient être responsables d'une arrivée plus tardive du maquereau et/ou d'un déplacement de certaines des activités de ponte ailleurs que dans le sud du Golfe.

Ces activités de ponte qui se produiraient ailleurs que dans le sud du Golfe ne pourront être utilisées pour obtenir un indice plus précis de la biomasse reproductrice du maquereau que si le relevé actuel des œufs est étendu, entre

estimated in 2004 (Table 9). The proportion of females measured in the biological samples was 0.52 (Table 10). The mean weight of a fish, calculated from the same samples, was estimated at 352.7 g and the corresponding fecundity at 546,061 eggs (Table 10).

In 2005, total egg production was estimated at 2.85 x 10^{11} (Table 9). The proportion of females, the mean weight and the mean fecundity were respectively 0.51, 354.3 g and 569,694 eggs (Table 10).

Spawning biomass

A spawning biomass of 1,466 t with lower and upper limits of 1,213 t and 1,720 t were estimated at the time of the 2004 survey (Table 9, Figure 7). A spawning biomass of 5,692 t was estimated in 2005, with lower and upper limits of 4,793 t and 6,590 t.

CONCLUSION

In 2004 and 2005, a respective spawning biomass of 86,487 t and 54,133 t was estimated for the southern Gulf of St. Lawrence (Grégoire et al. 2007). These values are well below the biomass recorded in the 80s and 90s and could be the result of special environmental conditions (cold waters) which have been observed in the southern Gulf of St. Lawrence since the early 2000s. These conditions could be responsible for a later arrival by mackerel and/or the shifting of certain spawning activities elsewhere than in the southern Gulf.

These spawning activities that likely occur elsewhere than in the southern Gulf could not be used to obtain a more precise spawning biomass index for mackerel unless the current egg survey is extended towards, for example, the Scotian Shelf and south of Newfoundland.

autres, au plateau néo-écossais et au sud de Terre-Neuve. Pour la côte ouest de Terre-Neuve, des biomasses reproductrices ont été mesurées en 2004 et 2005 grâce au relevé réalisé en collaboration avec le Groupe Barry. Un troisième relevé est planifié pour juillet 2007 avec l'addition de la baie St-George.

Spawning biomass off the west coast of Newfoundland was recorded in 2004 and 2005 by the survey conducted in collaboration with the Barry Group. A third survey is scheduled for July 2007, including St. George's Bay.

Les biomasses reproductrices évaluées au moment des relevés de 2004 et 2005 sont bien en deçà des valeurs mesurées dans le sud du golfe du Saint-Laurent. Cependant, elles sont relativement importantes compte tenue de la surface échantillonnée et de la date tardive des relevés.

The spawning biomass estimated when the surveys were conducted in 2004 and 2005 are well below the values recorded in the southern Gulf of St. Lawrence. However, they are relatively significant considering the sampled area and the late survey date.

REMERCIEMENTS

Les auteurs aimeraient remercier très sincèrement M. Réjean Dufour et M. Jean Lambert pour la révision du document. Des remerciements sont aussi dirigés à l'égard du capitaine et de l'équipage de l'*Ocean Provider* pour leur collaboration lors des relevés de 2004 et 2005.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank Mr. Réjean Dufour and Mr. Jean Lambert for reviewing the document. They would also like to thank the Captain and the crew of the *Ocean Provider* for their cooperation during the 2004 and 2005 surveys.

RÉFÉRENCES / *REFERENCES*

Arnold, P.W. 1970. Spawning and aspects of the early life history of the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) in the Gulf of St. Lawrence. B. Sc. Thesis. Acadia University, Wolfville, Nova Scotia. 73 pp.

Girard, L. 2000. Identification of mackerel (*Scomber scombrus* L.) eggs sampled during abundance surveys in the southern Gulf of St. Lawrence. In The Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) of NAFO Subareas 2 to 6. Chapter 4. Edited by F. Grégoire. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2000/021. pp. 119-137.

Grégoire, F., W. Barry, J. Barry, L. Lefebvre, C. Lévesque, et / *and* J. Hudon. 2005a. West coast of Newfoundland capelin (*Mallotus villosus* M.) and Atlantic herring (*Clupea harengus harengus* L.) larval survey, part 1: Description of the data collected in partnership with the industry (Barry Group) in July 2004. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 1168 (Part 1): vi + 32 pp.

Grégoire, F., C. Lévesque, J.-L. Beaulieu, et / *and* Jocelyne Hudon. 2005b. Évaluation de la biomasse reproductrice du maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) selon les relevés des œufs réalisés en 2003, 2004 et 2005 / *Assessment of the Atlantic mackerel* (Scomber scombrus L.) *spawning stock biomass from the 2003, 2004, and 2005 egg surveys*. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. / *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2006/100. 48 pp.

Grégoire, F., W. Barry, et / *and* J. Barry. 2006a. West coast of Newfoundland capelin (*Mallotus villosus* M.) and Atlantic herring (*Clupea harengus harengus* L.) larval survey, part 2: Abundance estimates and marine community analyses of the data collected in partnership with the industry (Barry Group) in July 2004. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2650 (Part 2): viii + 50 pp.

Grégoire, F., W. Barry, J. Barry, L. Lefebvre, C. Lévesque, et / *and* J. Hudon. 2006b. West coast of Newfoundland capelin (*Mallotus villosus* M.) and Atlantic herring (*Clupea harengus harengus* L.) larval survey, part 3: Description of the data collected in partnership with the industry (Barry Group) in July 2005. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 1168 (Part 3): vi + 32 pp.

Grégoire, F., C. Lévesque, J.-L. Beaulieu, C. Méthot et / *and* M.-H. Gendron. 2007. Résultats du relevé des œufs de maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) réalisé dans le sud du golfe du Saint-Laurent en 2006 / *Results of the Atlantic mackerel* (Scomber scombrus L.) *egg survey conducted in the southern Gulf of St. Lawrence in 2006*. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. / *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2007/073. 70 pp.

Lockwood, S. J., J. H. Nichols, et / *and* S. H. Coombs. 1977. The development rates of mackerel (*Scomber scombrus* L.) eggs over a range of temperatures. International Council for the Exploration of the Sea. CM 1977/J:13. 13 pp.

Pelletier, L. 1986. Fécondité du maquereau bleu, *Scomber scombrus* L., du golfe du Saint-Laurent. Rapp. Tech. Can. Sci. Halieut. Aquat. 1467: v + 37 pp.

Petitgas, P., et / *and* T. Lafont. 1997. EVA II: **E**stimation **VA**riance. Version 2. A geostatistical software on Windows 95 for the precision of fish stock assessment surveys. ICES CM 1997/Y 22.

Robertson, G. P. 1998. GS$^+$: Geostatistics for the Environmental Sciences. Gamma Design Software. Plainwell, Michigan, USA. 152 pp.

Sette, O. E. 1943. Biology of the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) of North America. Part 1. Early history. U.S. Fish. Wildlife Service. Fish. Bull. 38(50): 149-237.

Tableau 1. Profondeur maximale (m) échantillonnée, volume d'eau filtré (m^3) et température moyenne (°C) des 10 premiers mètres d'eau pour les stations des relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2004 et 2005.

Table 1. Maximum sampled depth (m), volume of filtered water (m^3), and mean temperature (°C) of the first 10 meters of water for the stations of the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2004 and 2005.

STATION	LATITUDE °N (degrés / *degrees* minutes)	LONGITUDE °W (degrés / *degrees* minutes)	Profondeur maximale (m) échantillonnée / *Maximum sampled depth (m)*		Volume d'eau filtré (m^3) / *Volume of filtered water (m^3)*		Température (°C) moyenne (0-10 m) / *Average temperature (°C) (0-10 m)*	
			2004	2005	2004	2005	2004	2005
1	49° 09'	58° 12'	46	44	273	235	13.1	14.8
2	49° 12'	58° 12'	43	39	231	230	13.0	14.4
3	49° 27'	58° 12'	25	12	268	276	12.7	14.1
4	49° 30'	58° 12'	28	29	259	269	13.0	13.6
5	49° 33'	58° 12'	49	33	255	287	12.3	13.6
6	49° 06'	58° 18'	54	53	332	292	13.6	15.5
7	49° 09'	58° 18'	46	33	256	319	13.8	15.2
8	49° 12'	58° 18'	51	36	316	295	13.8	14.8
9	49° 15'	58° 18'	56	58	240	258	13.0	14.5
10	49° 18'	58° 18'	19	8	274	277	12.8	14.5
11	49° 21'	58° 18'	35	26	240	246	12.6	13.9
12	49° 24'	58° 18'	45	35	288	270	12.7	14.0
13	49° 27'	58° 18'	50	38	244	282	12.5	13.8
14	49° 09'	58° 24'	47	34	395	290	13.5	14.7
15	49° 12'	58° 24'	33	30	284	267	13.0	14.4
16	49° 15'	58° 24'	38	30	270	280	13.0	14.1
17	49° 18'	58° 24'	28	17	244	251	12.9	14.2
18	49° 03'	58° 30'	45	37	279	303	13.7	15.0
19	49° 06'	58° 30'	61	47	240	222	13.1	13.2
20	49° 09'	58° 30'	53	43	298	172	12.7	13.9
21	49° 12'	58° 30'	53	35	257	230	12.5	13.9
22	48° 51'	58° 36'	40	34	175	240	13.1	14.4
23	48° 54'	58° 36'	16	12	272	260	13.6	14.0
24	48° 57'	58° 36'	31	26	263	238	13.5	13.8
25	49° 00'	58° 36'	46	29	268	280	13.1	15.3
26	49° 03'	58° 36'	46	31	252	268	12.5	14.8
27	49° 06'	58° 36'	46	33	281	213	12.4	14.5
28	48° 39'	58° 42'	23	26	300	265	14.3	16.4
29	48° 45'	58° 42'	16	13	260	260	14.7	15.7
30	48° 48'	58° 42'	11	12	244	274	13.5	15.1
31	48° 51'	58° 42'	12	10	258	260	13.4	13.9
32	48° 54'	58° 42'	22	21	245	194	13.1	13.7
33	48° 57'	58° 42'	24	20	253	187	13.2	13.6
34	48° 36'	58° 48'	11	16	256	309	13.2	14.9
35	48° 39'	58° 48'	12	10	268	266	13.6	15.6
36	48° 42'	58° 48'	13	7	251	289	15.0	16.3
37	48° 48'	58° 48'	13	25	247	214	13.4	14.0
38	48° 51'	58° 48'	39	30	249	164	13.1	13.7
39	48° 51'	58° 54'	14	8	245	266	13.3	15.1
Min.:			11	7	175	164	12.3	13.2
Moy. / *Average:*			34	28	265	256	13.2	14.5
Max.:			61	58	395	319	15.0	16.4

Tableau 2. Nombre d'œufs de maquereau bleu triés par stade de développement[1] pour les relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2004 et 2005.

Table 2. Number of Atlantic mackerel eggs sorted by developmental stage[1] for the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2004 and 2005.

STATION	2004							2005					
	Stade / *Stage*							Stade / *Stage*					
	1	2	3	4	5	TOTAL		1	2	3	4	5	TOTAL
1	6	6	4	0	0	16		8	4	11	5	0	28
2	7	0	2	0	0	9		24	22	16	12	3	77
3	9	0	0	0	0	9		184	35	38	14	10	281
4	78	0	0	0	0	78		58	4	7	1	6	76
5	6	0	0	0	1	7		37	0	9	2	3	51
6	6	0	0	2	0	8		27	12	40	39	1	119
7	22	3	4	3	0	32		67	13	16	7	1	104
8	11	8	4	2	1	26		41	37	41	25	6	150
9	3	2	8	3	0	16		80	8	58	18	0	164
10	20	0	0	0	0	20		175	9	19	12	1	216
11	29	0	0	0	1	30		79	3	9	5	1	97
12	32	0	0	0	0	32		55	3	5	6	1	70
13	8	0	0	0	0	8		29	7	3	0	2	41
14	9	7	1	1	0	18		66	36	27	9	8	146
15	2	0	0	0	0	2		47	42	36	14	2	141
16	10	4	1	0	0	15		26	18	46	24	0	114
17	21	0	2	1	4	28		128	42	42	24	12	248
18	31	4	6	5	1	47		60	35	37	8	1	141
19	4	2	0	0	0	6		11	2	3	4	2	22
20	2	5	1	1	0	9		3	2	7	5	0	17
21	21	0	0	0	1	22		8	2	3	1	0	14
22	6	0	4	0	1	11		16	13	10	4	0	43
23	30	4	4	0	1	39		78	28	17	5	0	128
24	44	0	1	1	0	46		91	10	7	10	2	120
25	0	0	0	0	0	0		112	8	46	28	6	200
26	1	0	0	0	1	2		45	9	18	18	1	91
27	1	1	0	0	1	3		13	13	3	14	1	44
28	27	0	0	0	0	27		12	8	5	1	1	27
29	4	2	8	4	1	19		23	6	5	6	4	44
30	38	7	6	0	1	52		46	4	2	3	1	56
31	8	1	1	0	0	10		11	7	8	3	1	30
32	11	0	0	0	0	11		22	13	15	5	0	55
33	0	0	0	0	0	0		8	5	7	5	0	25
34	10	0	1	0	0	11		5	2	1	0	1	9
35	1	0	0	0	0	1		8	2	4	5	0	19
36	10	5	3	0	0	18		6	2	4	3	0	15
37	42	11	5	1	2	61		11	11	4	5	0	31
38	0	0	0	0	0	0		2	1	2	3	0	8
39	0	0	0	0	0	0		1	0	0	0	0	1
Σ	570	72	66	24	17	749	0	1723	478	631	353	78	3263
Min.:	0	0	0	0	0	0		1	0	0	0	0	1
Moy. / *Average:*	14.6	1.8	1.7	0.6	0.4	19.2		44.2	12.3	16.2	9.1	2.0	83.7
Max.:	78	11	8	5	4	78		184	42	58	39	12	281

[1] Voir Girard (2000) / See *Girard (2000)*

Tableau 3. Nombre total et abondance d'œufs de maquereau bleu (n/m^3 et n/m^2) des stades un et cinq pour les relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2004 et 2005.

Table 3. Total number and abundance (nb/m^3 and nb/m^2) of Atlantic mackerel eggs of stages one and five for the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2004 and 2005.

STATION	ŒUFS DES STADES 1+5 / *EGGS OF STAGES 1+5*					
	Total		n/m^3 - *nb/m^3*		n/m^2 - *nb/m^2*	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005
1	6	8	0.02	0.03	1.01	1.49
2	7	27	0.03	0.12	1.29	4.59
3	9	194	0.03	0.70	0.85	8.76
4	78	64	0.30	0.24	8.52	7.01
5	7	40	0.03	0.14	1.34	4.60
6	6	28	0.02	0.10	0.98	5.09
7	22	68	0.09	0.21	3.99	7.02
8	12	47	0.04	0.16	1.94	5.76
9	3	80	0.01	0.31	0.70	18.12
10	20	176	0.07	0.63	1.39	5.07
11	30	80	0.12	0.32	4.37	8.29
12	32	56	0.11	0.21	5.01	7.21
13	8	31	0.03	0.11	1.64	4.21
14	9	74	0.02	0.25	1.07	8.66
15	2	49	0.01	0.18	0.23	5.55
16	10	26	0.04	0.09	1.40	2.79
17	25	140	0.10	0.56	2.84	9.69
18	32	61	0.11	0.20	5.16	7.45
19	4	13	0.02	0.06	1.01	2.75
20	2	3	0.01	0.02	0.35	0.75
21	22	8	0.09	0.03	4.53	1.22
22	7	16	0.04	0.07	1.60	2.27
23	31	78	0.11	0.30	1.81	3.73
24	44	93	0.17	0.39	5.18	10.09
25	0	118	0.00	0.42	0.00	12.21
26	2	46	0.01	0.17	0.36	5.33
27	2	14	0.01	0.07	0.32	2.17
28	27	13	0.09	0.05	2.09	1.30
29	5	27	0.02	0.10	0.30	1.35
30	39	47	0.16	0.17	1.81	2.04
31	8	12	0.03	0.05	0.37	0.46
32	11	22	0.04	0.11	0.99	2.37
33	0	8	0.00	0.04	0.00	0.85
34	10	6	0.04	0.02	0.44	0.31
35	1	8	0.00	0.03	0.04	0.30
36	10	6	0.04	0.02	0.53	0.15
37	44	11	0.18	0.05	2.27	1.30
38	0	2	0.00	0.01	0.00	0.37
39	0	1	0.00	0.00	0.00	0.03
Min.:	0	1	0.00	0.00	0	0.03
Moy. / *Average*	15.1	46.2	0.06	0.17	1.74	4.43
Max.:	78	194	0.30	0.70	8.52	18.12

Tableau 4. Temps d'incubation (h) des œufs des stades un et cinq et production quotidienne d'œufs (n/m^2) pour les relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2004 et 2005.

Table 4. Incubation time (hr) for eggs of stages one and five and daily egg production (nb/m^2) for the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2004 and 2005.

STATION	Temps d'incubation (h) / *Incubation time (hr)*		Production quotidienne d'œufs (n/m^2) / *Daily egg production (nb/m^2)*	
	2004	2005	2004	2005
1	37.2	30.8	0.65	1.16
2	37.6	32.0	0.83	3.44
3	39.1	33.3	0.52	6.32
4	37.6	34.9	5.43	4.82
5	41.0	35.2	0.79	3.13
6	35.1	28.4	0.67	4.31
7	34.1	29.4	2.81	5.73
8	34.4	30.6	1.35	4.53
9	37.7	31.7	0.44	13.70
10	38.6	31.6	0.86	3.86
11	39.7	33.8	2.64	5.88
12	39.2	33.4	3.07	5.19
13	39.9	34.3	0.98	2.94
14	35.7	31.1	0.72	6.69
15	37.7	31.9	0.15	4.17
16	37.8	33.0	0.89	2.03
17	38.0	32.6	1.80	7.13
18	34.6	29.9	3.59	5.98
19	37.4	36.8	0.65	1.80
20	39.0	33.8	0.22	0.53
21	40.3	33.9	2.70	0.86
22	37.5	31.9	1.02	1.71
23	35.0	33.4	1.24	2.68
24	35.5	34.1	3.50	7.11
25	37.4	29.1	0.00	10.08
26	40.0	30.5	0.22	4.19
27	40.9	31.5	0.19	1.65
28	32.2	26.0	1.56	1.20
29	30.8	27.7	0.23	1.17
30	35.7	29.6	1.21	1.65
31	36.1	34.1	0.25	0.33
32	37.2	34.7	0.64	1.64
33	36.8	35.1	0.00	0.58
34	36.7	30.2	0.29	0.25
35	34.9	28.2	0.03	0.26
36	29.9	26.3	0.43	0.14
37	36.0	33.5	1.51	0.93
38	37.0	34.8	0.00	0.25
39	36.2	29.7	0.00	0.02
Min.:	29.9	26.0	0.00	0.02
Moy. / *Average*	36.9	31.9	1.13	3.33
Max.:	41.0	36.8	5.43	13.70

Tableau 5. Paramètres des variogrammes isotropiques des productions quotidiennes d'œufs de maquereau bleu (n/m^2) pour les relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2004 et 2005.

Table 5. Parameters of the isotropic variograms for the Atlantic mackerel daily egg productions (nb/m^2) for the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2004 and 2005.

ANNÉE / *YEAR*	MODÈLE / *MODEL* *	Pépite / *Nugget* (C_0)	Plateau / *Sill* ($C_0 + C$)	Étendue / *Range* (A_0)	R^2	RSS**
2004	Exponentiel / *Exponential*	0.99	3.49	8.30	0.77	9.37E-02
2005	Sphérique / *Spherical*	0.01	13.63	10.12	0.85	1.65E+00

* Modèle sphérique / *Spherical model* $\gamma(h) = \begin{cases} 1.5\frac{h}{A_0} - 0.5\left(\frac{h}{A_0}\right)^3 & si/if\ h \le A_0,\ et/and\ 1\ autrement\ /\ otherwise \end{cases}$

Modèle exponentiel / *Exponential model* $\gamma(h) = 1 - \exp\left(-\frac{3h}{A_0}\right)$

** Somme des résidus au carré / *Residual sum of squares*

Tableau 6. Production quotidienne moyenne d'œufs de maquereau bleu (n/m^2), écart-type et intervalle de confiance calculés par krigeage pour l'ensemble de la zone échantillonnée par les relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2004 et 2005.

Table 6. Atlantic mackerel mean daily egg production (nb/m^2), standard deviation, and confidence interval calculated by kriging for the entire area sampled by the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2004 and 2005.

ANNÉE / *YEAR*	KRIGEAGE / *KRIGING*			INTERVALLE DE CONFIANCE À 95 % / *95% CONFIDENCE INTERVAL*	
	Moyenne / *Average*	Écart-Type* / *S. D.**	CV	L. Inférieure / *Lower Limit*	L. Supérieure / Upper *Limit*
2004	1.74	0.26	0.15	1.23	2.25
2005	4.31	0.40	0.03	3.53	5.08

* Petitgas et / *and* Lafont (1997)

Tableau 7. Caractéristiques des saisons de ponte selon les modèles logistiques décrivant les changements journaliers de l'indice gonado-somatique*.

*Table 7. Characteristics of the spawning seasons from the logistic models describing the daily changes in the gonadosomatic index**.

ANNÉE / *YEAR*	JOUR DE L'ANNÉE / *DAY OF THE YEAR*			
	$f(x_1)$=2.5%	f(xi) Max.	$f(x_2)$=97.5%	Durée Ponte (D)** / *Spawning Duration (D)* **
2004	169	175	199	30
2005	166	173	199	33
Min.:	166	173	199	30
Moyenne / *Average*	168	174	199	32
Max.:	169	175	199	33

* Grégoire et al. (2007)

** Durée de la ponte (D) / *Spawning duration* (D): $x_{1=97.5\%} - x_{1=2.5\%}$

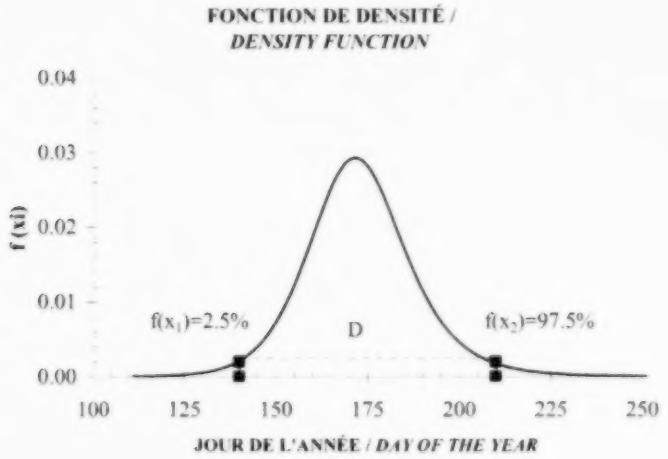


Tableau 8. Paramètres du modèle logistique utilisé pour décrire les changements journaliers de l'indice gonado-somatique.

Table 8. Parameters of the logistic model used to describe the daily changes in the gonadosomatic index.

ANNÉE / *YEAR*	PARAMÈTRES -MODÈLE LOGISTIQUE-* / *PARAMETERS -LOGISTIC MODEL-**				S**
	a	b	x_0	y_0	
2004	10.55	29.09	175.60	0.51	0.0036
2005	16.03	26.66	173.70	0.46	0.0023

* $y = y_0 + \dfrac{a}{\left[1 + \left(\dfrac{x}{x_0}\right)^b\right]}$

** Proportion journalière de la production d'œufs associée à la date médiane des relevés / *Daily proportion of the egg production associated to the median date of the surveys*

Tableau 9. Production totale d'œufs et biomasse reproductrice (t) du maquereau bleu pour les relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2004 et 2005.

Table 9. Atlantic mackerel total egg production and spawning biomass (t) for the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2004 and 2005.

ANNÉE / *YEAR*	PRODUCTION TOTALE D'ŒUFS / *TOTAL EGG PRODUCTION*	MÉTHODE DE LA PRODUCTION TOTALE D'ŒUFS (MPTO) / *TOTAL EGG PRODUCTION METHOD (TEPM)*		
	NOMBRE / *NUMBER*	BIOMASSE REPRODUCTRICE (t) / *SPAWNING BIOMASS (t)*	INTERVALLE DE CONFIANCE 95% / *95% CONFIDENCE INTERVAL*	
			L. Inférieure / *Lower Limit*	L. Supérieure / *Upper Limit*
2004	1.24E+11	1 466	1 213	1 720
2005	2.85E+11	5 692	4 793	6 590

Tableau 10. Paramètres biologiques utilisés dans le calcul de la biomasse reproductrice du maquereau bleu de la côte ouest de Terre-Neuve en 2004 et 2005.

Table 10. Biological parameters used in the calculation of the Atlantic mackerel spawning biomass of the west coast of Newfoundland in 2004 and 2005.

ANNÉE / *YEAR*	PROPORTION		POIDS / *WEIGHT* (g)		FÉCONDITÉ / *FECUNDITY*	
	Femelle / *Female*	Variance	Moyenne / *Average*	Variance	Moyenne / *Average*	Variance
2004	0.52	0.00	352.7	3 524.0	546 061	1.63E+10
2005	0.51	0.00	354.3	10 519.1	569 694	1.43E+05

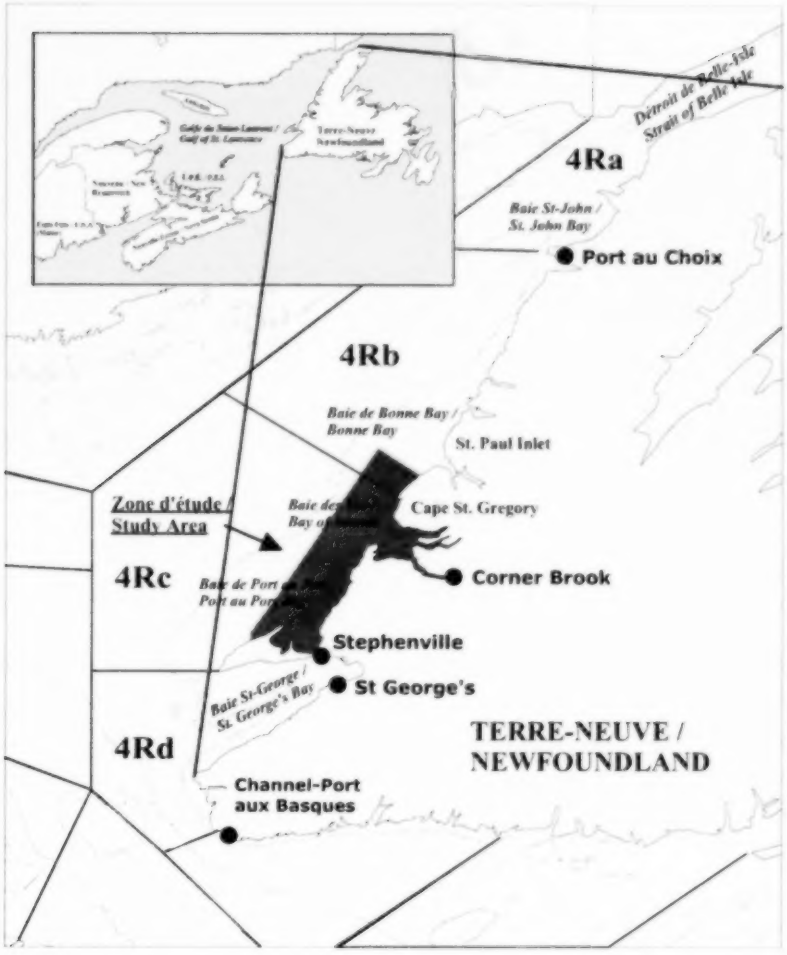


Figure 1. Carte de la côte ouest de Terre-Neuve et de la zone échantillonnée par les relevés d'ichtyoplancton de juillet 2004 et 2005 / *Map of the west coast of Newfoundland and the area sampled by the ichthyoplankton surveys in July 2004 and 2005.*

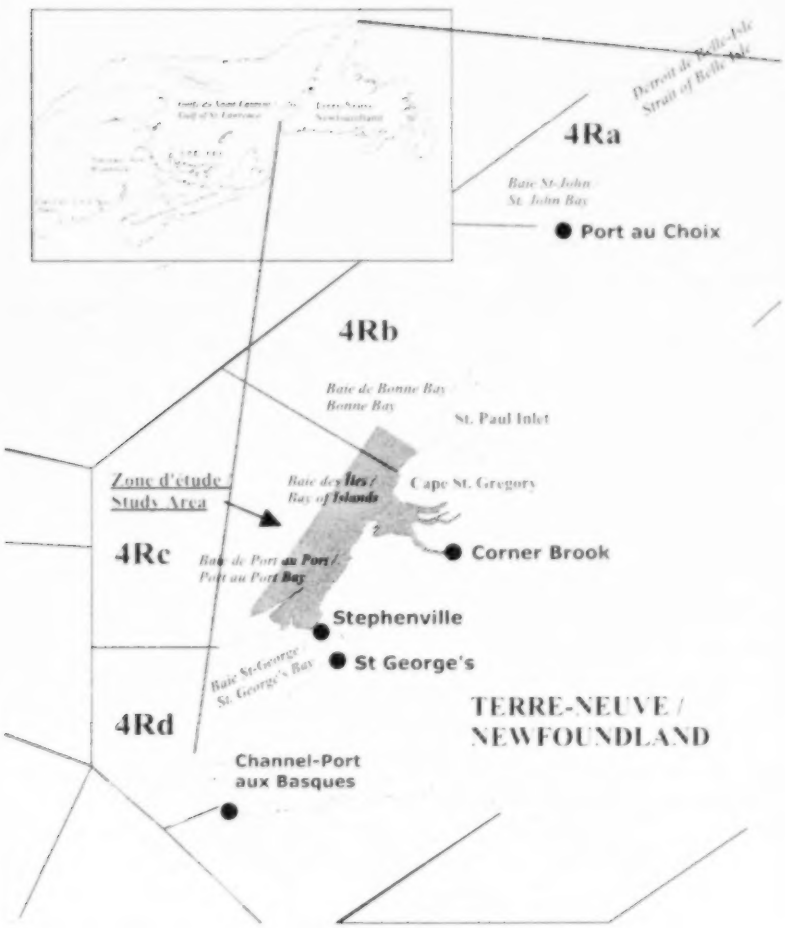


Figure 1. Carte de la côte ouest de Terre-Neuve et de la zone échantillonnée par les relevés d'ichtyoplancton de juillet 2004 et 2005 / *Map of the west coast of Newfoundland and the area sampled by the ichthyoplankton surveys in July 2004 and 2005.*

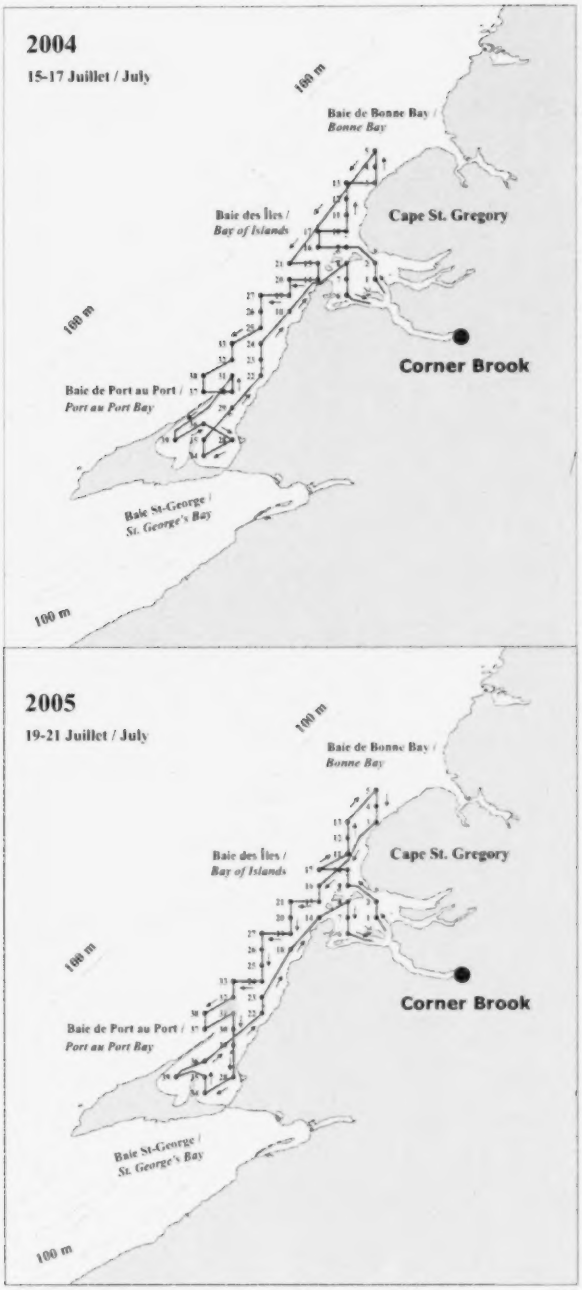


Figure 2. Cartes des stations échantillonnées sur la côte ouest de Terre-Neuve lors des relevés d'ichtyoplancton de juillet 2004 et 2005 / *Maps of the stations sampled on the west coast of Newfoundland during the July 2004 and 2005 ichthyoplankton surveys.*

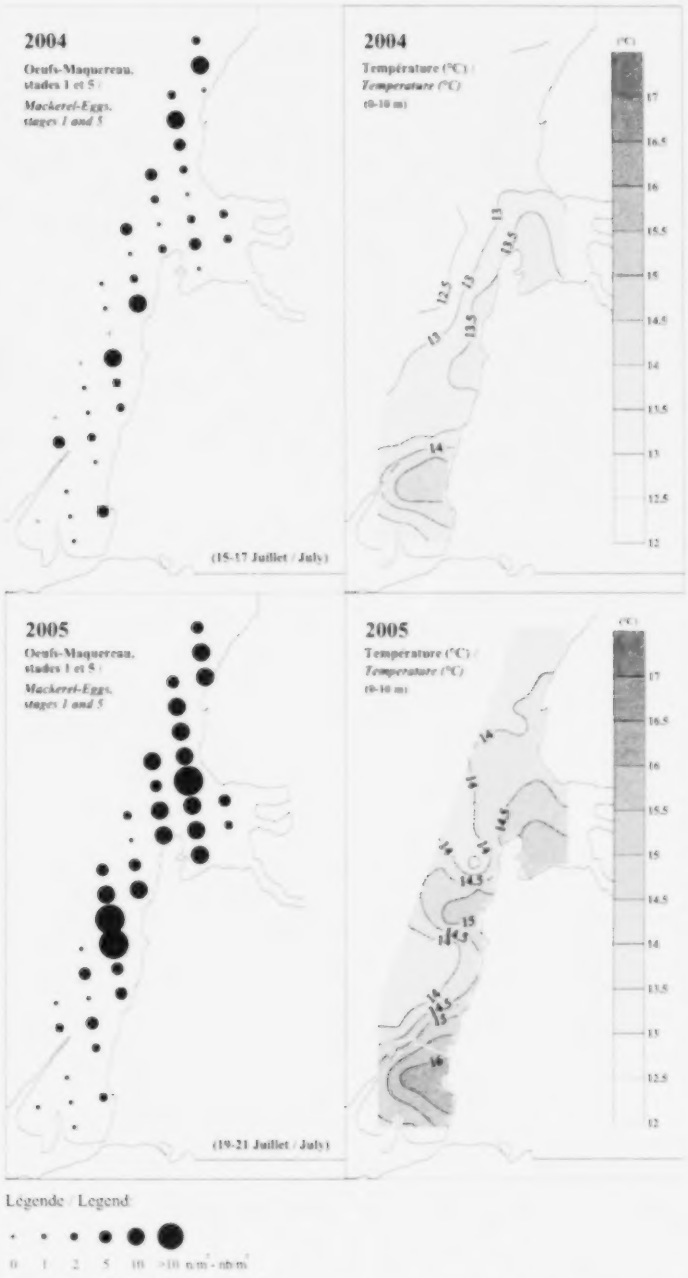


Figure 3. Cartes des distributions des abondances (n/m^2) d'oeufs (stades un et cinq) de maquereau bleu et des températures (°C) moyennes de l'eau (0-10 m) mesurées lors des relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2004 et 2005 / *Maps of the Atlantic mackerel egg (stages one and five) abundance (nb/m^2) distributions and mean water temperatures (°C) (0-10 m) calculated from the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2004 and 2005.*

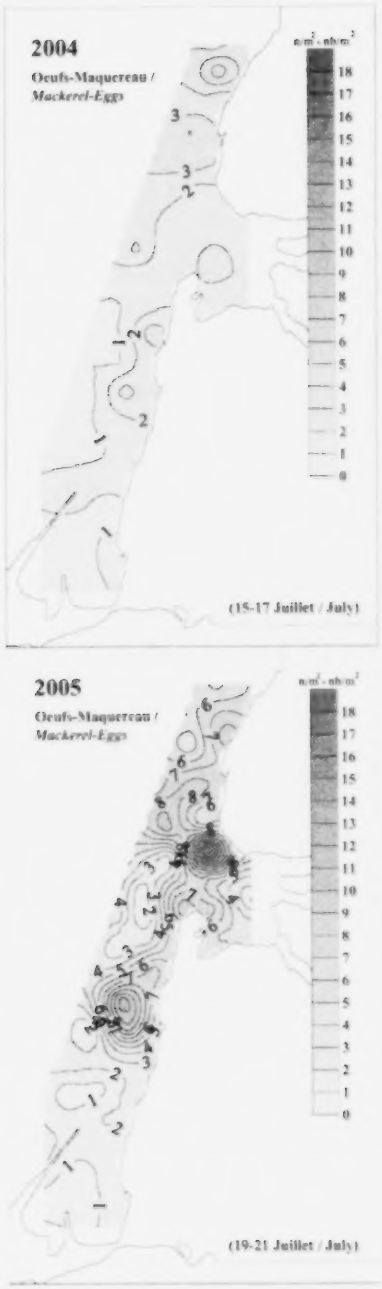


Figure 4. Cartes des abondances (n/m^2) krigées des oeufs de maquereau (stades un et cinq) des relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en juillet 2004 et 2005 / *Maps of the kriging abundance (nb/m^2) of the Atlantic mackerel eggs (stages one and five) from the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in July 2004 and 2005.*

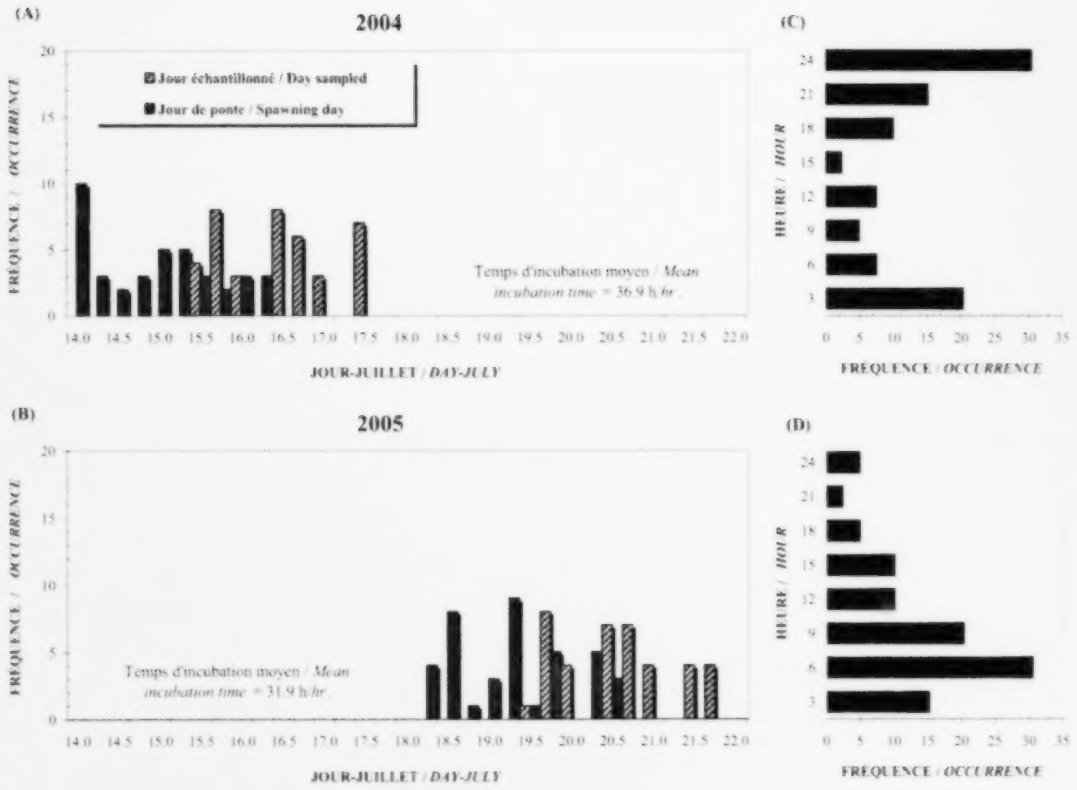


Figure 5. Jour et heure de ponte rétrocalculés pour les relevés d'ichtyoplancton réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve en 2004 et 2005 / *Back calculated spawning day and hour for the ichthyoplankton surveys conducted on the west coast of Newfoundland in 2004 and 2005.*

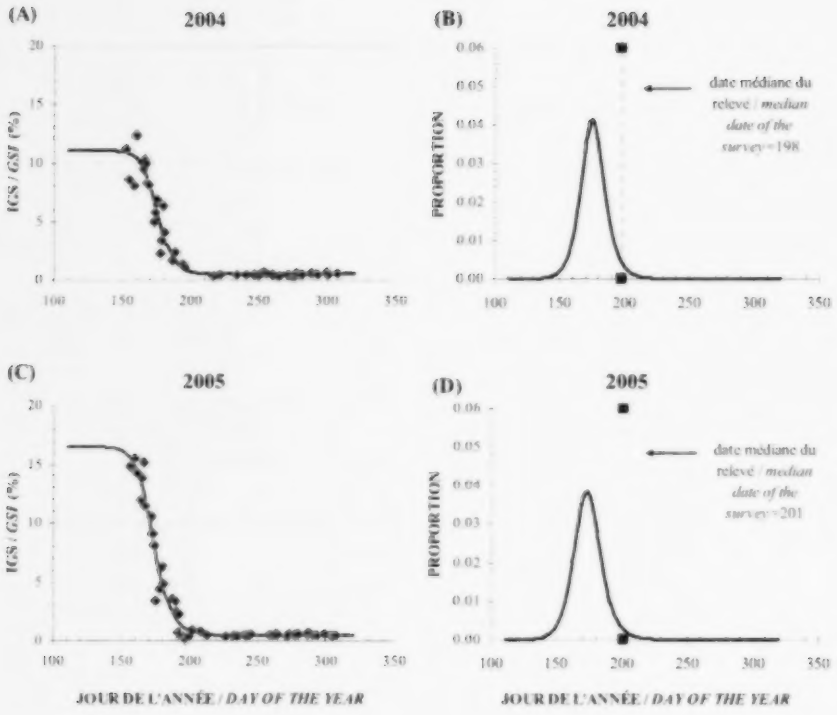


Figure 6. Indice gonado-somatique (IGS) (valeurs observées et prédites) et courbe de densité décrivant la proportion quotidienne de production d'œufs dans le golfe du Saint-Laurent en 2004 et 2005 (les dates médianes des relevés d'ichtyoplancton sont indiquées) / *Gonadosomatic index (GSI) (observed and expected values) and density curve describing the daily proportion of the egg production in the Gulf of St. Lawrence in 2004 and 2005 (median dates of the ichthyoplankton surveys are indicated).*

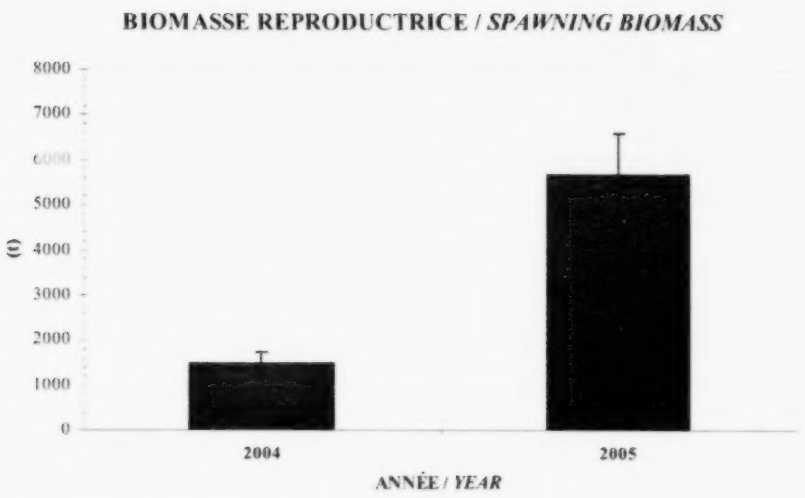


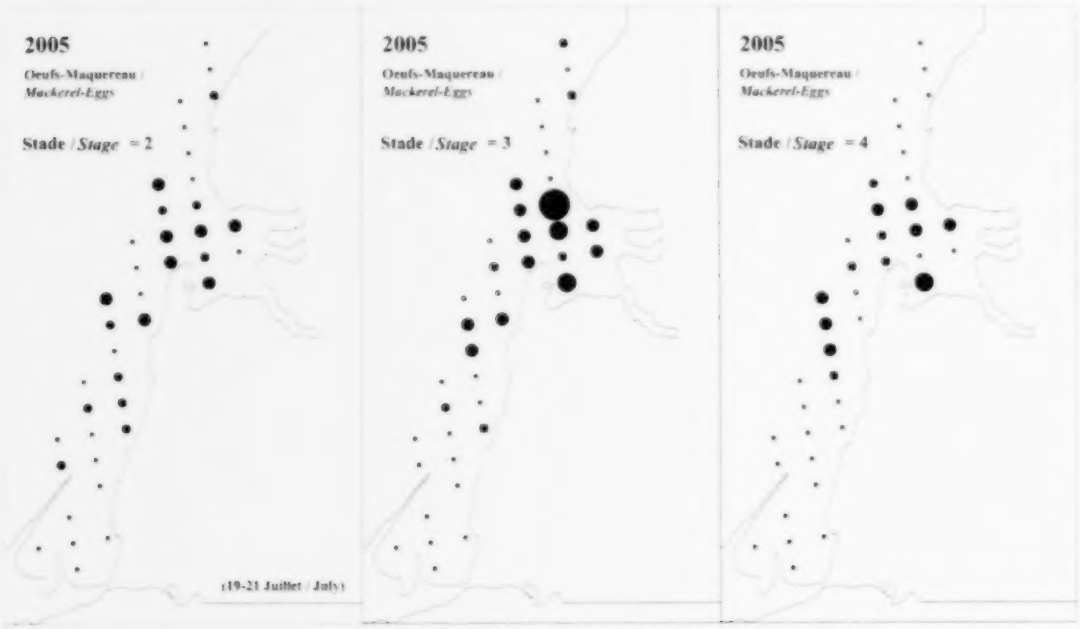
Figure 7. Biomasse reproductrice (t) de maquereau bleu (avec intervalles de confiance à 95 %) calculée pour la côte ouest de Terre-Neuve en 2004 et 2005 / *Spawning biomass (t) (with 95% confidence intervals) of Atlantic mackerel calculated for the west coast of Newfoundland in July 2004 and 2005.*

Annexe 1. Distribution et abondance des œufs de maquereau bleu (n/m^2) des stades de développement deux, trois et quatre pour le relevé de 2004.

Appendix 1. Atlantic mackerel eggs distribution and abundance (nb/m^2) for developmental stages two, three, and four for the 2004 survey.

Légende / Legend:

0 1 2 5 10 >10 n/m^2 - nb/m^2

Annexe 2. Distribution et abondance des œufs de maquereau bleu (n/m^2) des stades de développement deux, trois et quatre pour le relevé de 2005.

Appendix 2. Atlantic mackerel eggs distribution and abundance (nb/m^2) for developmental stages two, three, and four for the 2005 survey.